

⑤

Int. Cl.:

F 01 d, 5/18

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

⑤2

Deutsche Kl.:

14 c, 5/18

⑩

⑪

②1

②2

④3

Offenlegungsschrift 2065 334

Aktenzeichen: P 20 65 334.3

Anmeldetag: 29. August 1970

Offenlegungstag: 26. April 1973

Ausstellungspriorität: —

③0

Unionspriorität

③2

Datum: —

③3

Land: —

③1

Aktenzeichen: —

⑤4

Bezeichnung:

Schaufelanordnung mit Kühlvorrichtung

⑥1

Zusatz zu: —

⑥2

Ausscheidung aus:

2 042 947

⑦1

Anmelder:

General Electric Co., Schenectady, N. Y. (V. St. A.)

Vertreter gem. § 16 PatG.

Schüler, H., Dr. rer. nat., Patentanwalt, 6000 Frankfurt

⑦2

Als Erfinder benannt:

Smuland, Robert John, Cincinnati; Hope, Ned Alexander, Loveland;
Sidenstick, James Edgar, Cincinnati; Ohio (V. St. A.)

DT 2065 334

Dr. rer. nat. Horst Schüler
PATENTANWALT

2065334

6 Frankfurt/Main 1, 22.1.1973
Niddastraße 52 WK/Rg
Telefon (0611) 237220
Postscheck-Konto: 282 420 Frankfurt/M.
Bank-Konto: 225/0389
Deutsche Bank AG, Frankfurt/M.

2291-13D-5484

GENERAL ELECTRIC COMPANY
1 River Road
SCHENECTADY, N.Y./U.S.A.

Schaufelanordnung mit Kühlvorrichtung

Die Erfindung betrifft Gasturbinen und insbesondere eine verbesserte Kühlung für eine Hohl-schaufelanordnung.

Es ist bekannt, daß der Wirkungsgrad einer Gasturbine von der Arbeitstemperatur der Turbine abhängt und daß theoretisch der Wirkungsgrad durch Erhöhung der Arbeitstemperatur erhöht werden kann. In praktischer Hinsicht wird jedoch im allgemeinen die maximale Arbeitstemperatur der Turbine durch die Hochtemperatureigenschaften der verschiedenen Turbinenelemente begrenzt und die stärkste Begrenzung erfolgt dabei gewöhnlich durch die Turbinenschaufeln.

309817/0331

2065334

Um die obere Arbeitstemperatur der Turbine zu erhöhen und damit einen Teil der theoretisch möglichen Erhöhung des Wirkungsgrades zu erzielen, sind verschiedenste Konstruktionen entwickelt worden, die auf hohle Schaufeln gerichtet sind, welche so eingerichtet sind, daß sie im Innern relativ kühle Luft aufnehmen können, die aus dem Kompressor ausgestoßen oder abgezogen wird. Bei solchen Anordnungen jedoch ist es wichtig, daß die Schaufel solche Wärmeübergangseigenschaften besitzt, daß die Menge des erforderlichen Kühlmittels auf ein Mindestmaß reduziert wird, da die Verwendung von Kompressorluft an sich schon den Wirkungsgrad der Turbine verringert.

Ein Ziel der Erfindung ist eine Schaufelanordnung, die verbesserte Wärmeübergangs- und Temperaturregelungseigenschaften besitzt.

Ein weiteres Ziel der Erfindung ist eine Temperaturregelungsanordnung für eine Turbine, die so beschaffen ist, daß sie zur Aufrechterhaltung niedriger Betriebstemperaturen in verschiedenen Turbinenelementen ein Kühlmittel wirksam ausnutzen kann.

Diese und andere Aufgaben, welche sich aus der untenstehenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform ergeben, werden durch die erfindungsgemäße Schaufel verwirklicht, welche so beschaffen ist, daß sie in eine ringförmige Reihe solcher Schaufeln eingefügt werden kann. Sie besitzt einen hohlen Teil mit Tragflügelprofil, der sich im allgemeinen in radialer Richtung in einen Heißgasstrom zwischen im Abstand voneinander angebrachten Plattformteilen erstreckt.

Es sind Vorrichtungen vorhanden, welche das Kühlmittel gegen die Plattformteile jeder Schaufel richten, um hohe Wärmeübergangsgeschwindigkeiten zwischen diesen zu erhalten. Sie können entweder von der Schaufel oder von der zugehörigen Tragstruktur der Turbine aufgenommen werden. Zur zusätzlichen Kühlung der Plattformteile der Schaufel und auch zur Kühlung der strömungsabwärts gelegenen Turbinenelemente durch einen Kühlfilm sind Durchlaßkanäle durch die Plattformteile vorhanden, um das Kühlmittel auf die strömungsabwärts gelegene Kante der Plattform und in den

309817/0331

Heißgasstrom zu richten.

Zum besseren Verständnis der Erfindung dient die folgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen im Zusammenhang mit den Abbildungen.

Figur 1 ist eine perspektivische Darstellung, teilweise im Schnitt, die eine Ausführungsform der verbesserten Schaufel zeigt.

Figur 2 ist ein Teilschnitt einer Gasturbine, welche die Schaufel nach Figur 1 mit Temperaturregelungsanordnung verwendet.

Figur 3 ist ein Teilschnitt einer Gasturbine und zeigt eine weitere Ausführungsform der Schaufel- und Temperaturregelungsanordnung.

Figur 1 zeigt eine hohle luftgekühlte Schaufel, die für die Einfügung in eine ringförmige Reihe solcher Schaufeln eingerichtet ist, wie es bei 10 gezeigt ist. Sie enthält einen inneren bzw. äußeren Plattformteil 12 bzw. 14, welche durch mindestens einen sich in allgemein radialer Richtung erstreckenden Profilteil 16 miteinander verbunden sind. Der Profilteil 16 enthält im Abstand längs der Profilsehne angeordnete Teile 18 bzw. 20 für die Eintrittskante bzw. die Austrittskante und verbindende konkave und konvexe Seitenwände 22 und 24. Zwischen den Seitenwänden 22 und 24 erstreckt sich ein Brücken- oder Wandteil 25 im Innern des Profilteils 16 und definiert abgegrenzte Kammern 26 bzw. 28 für die Eintrittskante bzw. Austrittskante. Die hohlen rohrförmigen Einsatzstücke 30 und 32 haben Seitenwände 34, die allgemein an die Form der Seitenwände 22 und 24 des Profils angepaßt sind. Sie sind in geeigneter Weise in den Kammern 26 und 28 für die Eintrittskante und die Austrittskante befestigt, so daß ihre Wände 34 sich in einem engen Abstand von den Seitenwänden 22, 24 des Profilteils 16 befinden. Jedes Einsatzstück 30, 32 ist

mit einer Vielzahl von Öffnungen 36 versehen, die so eingerichtet sind, daß sie ein Kühlmittel, beispielsweise aus dem Kompressor der Gasturbine erhaltenes oder abgezogenes Gas, gegen den Eintrittskantenteil 18 und die Seitenwände 22 und 24 des Profils in Form einer Vielzahl von Strahlen mit relativ hoher Geschwindigkeit richten, so daß zu diesen eine hohe Wärmeübergangsgeschwindigkeit erzeugt wird.

Um eine wirksame Kühlung für die inneren und äußeren Plattformteile 12 und 14 zu erhalten, sind entsprechende Mittel vorgesehen. Diese besitzen die Form von inneren und äußeren Prallblechen 40 und 42 zur Richtung des Kühlmittels gegen den inneren und äußeren Plattformteil 12 und 14 in Form einer Vielzahl von Strahlen hoher Geschwindigkeit zwecks Erzeugung einer hohen Wärmeübergangsgeschwindigkeit zu diesen.

Wie am besten aus Figur 1 und 2 ersichtlich, sind Kanäle 37 durch die innere Plattform 12 und das innere Prallblech 40 vorgesehen, um das Kühlmittel dem Einsatzstück 30 für die Eintrittskante zuzuführen. Durch die äußere Plattform 14 und das äußere Prallblech 42 sind Kanäle 38 vorhanden zur Zufuhr des Kühlmittels zu dem Einsatzstück 30 für die Eintrittskante und zu dem Einsatzstück 32 für die Austrittskante.

Wie in den Figuren 1 und 2 gezeigt, verläuft das innere Prallblech 40 zwischen den sich in radialer Richtung nach innen erstreckenden Plattformflanschen 44 und 46 und ist an diesen durch Anschweißen, Hartlöten oder auf andere geeignete Weise befestigt. Ebenso erstreckt sich das Prallblech 42 zwischen radial nach außen ragenden Flanschen 48 und 50, die einen integralen Teil des äußeren Plattformteils 14 bilden, und ist an diesen in geeigneter Weise befestigt.

Die Figuren 1 und 2 zeigen, daß der strömungsabwärts gelegene Flansch 50 der äußeren Plattform 14 mit einer Vielzahl von Durchlaßöffnungen 52 ausgestattet ist, um das Kühlmittel, das auf die äußere Plattform 14 aufgeprallt ist, zu der strömungsabwärts gele-

2065334

genen Kante der Plattform zu richten. Dies ist durch die Strömungspfeile der Figur 2 angedeutet. In ähnlicher Weise ist die innere Plattform 12 mit einer Vielzahl von Durchlaßöffnungen 54 ausgebildet, die das Kühlmedium, welches auf die innere Plattform 12 aufgeprallt ist, zu seiner strömungsabwärts gelegenen Kante richten. Es ist zu beachten, daß beim Betrieb die Schaufeln 10 einen Strom des Antriebsmediums oder eines Heißgases 56 von einer Quelle, beispielsweise einer Brennkammer 57, auf eine Reihe von Turbinenschaufeln 66 richten und diesem einen vorgegebenen Drallwinkel C (gemessen von einer axialen Ebene einschließlich der Linien 57 der Figur 1) vermitteln. Um Verluste in dem Heißgasstrom 56 bei der Mischung und Impulsverluste, die den Wirkungsgrad der Turbine beeinträchtigen, auf ein Minimum zu verringern, verlaufen die Durchlaßöffnungen 52 vorzugsweise in einem Winkel zu der axialen Ebene. Auf diese Weise tritt das von den Durchlaßöffnungen 52 austretende Kühlmittel in den Heißgasstrom 56 unter einem vorgegebenen Winkel A ein, welcher an den Heißgasdrallwinkel C angenähert ist. In gleicher Weise sind die Durchlaßöffnungen 54 so ausgebildet, daß sie das Kühlmittel in den Heißgasstrom 56 unter einem vorgegebenen Winkel B austreten lassen, der an den Drallwinkel C für das Heißgas angenähert ist.

Obwohl die Austrittswinkel A und B für das Kühlmittel aus den Durchlaßwegen 54 und 52 vorzugsweise gleich dem Drallwinkel C gemacht werden, können sie kleiner sein als dieser. Beispielsweise wurde gefunden, daß bei einem Drallwinkel C von etwa 73° ein Ausflußwinkel B von etwa 65° und ein Ausflußwinkel A von etwa 55° zufriedenstellende Ergebnisse liefern im Hinblick auf die Wirksamkeit der Kühlung beim Durchgang des Kühlmittels durch die Durchlaßwege, die Möglichkeit der Herstellung und die anschließende Verwendung des ausströmenden Kühlmittels als Kühlfilm, wie es nachstehend erörtert wird.

Figur 2 zeigt einen Teil einer Gasturbine, in der die Schaufelanordnung 10 in einer ringförmigen Reihe solcher Schaufeln verwendet wird, die strömungsaufwärts von einem Ring von Turbinenschaufeln 66 liegt. Jede der Turbinenschaufeln 66 erstreckt sich

309817/0331

in allgemein radialer Richtung von einem Turbinenrotor 68 nahezu bis zur Hülle 70. Es ist zu beachten, daß der Weg des Heißgasstroms 56 durch die Turbine nach Figur 2 im allgemeinen ringförmig verläuft und teilweise durch eine innere Oberfläche 72 des äußeren Plattformteils 14 der Schaufel, eine innere Oberfläche 74 der Hülle 70, eine innere Oberfläche 76 der inneren Plattform 12 der Schaufel und einen Schaufelplattformteil 78 gebildet wird.

Im Betrieb wird ein geeignetes Kühlmittel, beispielsweise aus dem Kompressor der Gasturbine abgezogenes oder erhaltenes Gas, durch geeignete Durchlaßkanäle, beispielsweise in den Figuren 2 und 3 mit 77 und 79 bezeichnet, zu den Prallblechen 40 und 42 geleitet. Ein Teil des Kühlmittels aus dem Durchlaßweg 79 strömt durch die Öffnungen 80 im Prallblech 42, prallt gegen die äußere Oberfläche des äußeren Plattformteils 14 und strömt von dort durch die Kanäle 52 in den Heißgasstrom 56. Ein weiterer Teil des Kühlmittels wird in die Einsatzstücke 30 und 32 durch die Kanäle 38 geleitet. Hochtemperaturgase aus dem Strom 56 werden daran gehindert, in den Raum 82 zwischen dem äußeren Plattformteil 14 und dem angrenzenden Hüllenteil 70 einzutreten. Weiterhin wird ein Kühlmittelfilm längs der inneren Oberfläche 74 der Hülle 70 zur Temperaturregulierung dieses Bauelementes erzeugt. Dies geschieht beides dadurch, daß ein Teil des Kühlmittels durch die Kanäle 52 in den Heißgasstrom 56 abgeleitet wird, wie es allgemein durch die Strömungspfeile in Figur 2 gezeigt ist.

In ähnlicher Weise strömt ein Teil des Kühlmittels vom Kanal 77 durch die Öffnungen 80, prallt gegen den inneren Plattformteil 12 und strömt dann durch die Kanäle 54 zu dem Heißgasstrom 56. Dadurch ergibt sich eine weitere Kühlung des strömungsabwärts gelegenen Teils der Plattform 12 und längs der Schaufelplattform 78 wird ein schützender Kühlmittelfilm erhalten. Gleichzeitig wird ein weiterer Teil des Kühlmittels vom Kanal 77 durch die Kanäle 37 zu dem Einsatzstück 30 geleitet.

Wie am besten aus Figur 2 ersichtlich, prallt das Kühlmittel in dem Einsatzstück 30 für die Eintrittskante gegen den Eintritts-

kantenteil 18 und die Seitenwände 22 und 24 des Profilteils 16 und liefert eine gleichmäßige und wirksame Temperaturregelung dieser Oberflächen. Eine zusätzliche Temperaturregelung erhält man dadurch, daß das Kühlmittel durch die Kanäle 64 ausströmt, welche so eingerichtet sind, daß sie einen Kühlmittelfilm längs der äußeren Oberfläche des Profils erzeugen. In gleicher Weise prallt das Kühlmittel im Innern der strömungsabwärts gelegenen Einsatzstücke 32 gegen die Seitenwände 22 und 24, um eine hohe Wärmeübergangsgeschwindigkeit zu erzielen. Das aufgeprallte Kühlmittel fließt dann in axialer Richtung nach hinten durch die sich in Spantenrichtung erstreckenden Kammern, die zwischen den Stützrippen 58 definiert sind, um die Finnen 62 herum und wird von dort durch die Kanäle 66 in dem Austrittskantenteil 20 in den Heißgasstrom 56 ausgestoßen.

Figur 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der Schaufel mit Tragflächenprofil und der Temperaturregelung gemäß der Erfindung. Dort sind die Prallbleche 40 bzw. 42 außerhalb ihrer Plattformteile 12 bzw. 14 in einem Abstand angeordnet und sind in geeigneter Weise, wie bei 86 bzw. 88 gezeigt, an der Tragstruktur der Turbine befestigt. Weiterhin ist zu beachten, daß in der Ausführungsform nach Figur 3 das Einsatzstück 30 für die Eintrittskante über geeignete Kanäle, wie bei 37 in Figur 2 gezeigt, ausschließlich mit dem durch das Prallblech 40 durchtretenden Kühlmittel in Verbindung steht. Andererseits steht das strömungsabwärts gelegene Einsatzstück 32 ausschließlich mit dem Kühlmittel in Verbindung, das durch das äußere Prallblech 42 geht.

In der Ausführungsform nach Figur 3 ist außerhalb des Prallbleches 42 ein Gitter 90 vorgesehen, um Teilchen auszufiltern, welche die Öffnungen 36 oder die Kanäle 64 verstopfen könnten; hierdurch wird die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit der Kühlanordnung insgesamt vergrößert. Beim Betrieb strömt das Kühlmittel vom Kanal 79 durch das Gitter 90, durch die Öffnungen 80 des Prallbleches 42 und prallt gegen die äußere Oberfläche des äußeren Plattformteils 14. Wie durch die Strömungspfeile in Figur 3 gezeigt, wird ein Teil des aufgeprallten Kühlmittels dann in das strömungsabwärts gele-

gene Einsatzstück 32 geleitet, und ein Teil wird durch die Kanäle 52 in den Heißgasstrom 56 geleitet, wie zuvor im Zusammenhang mit der Ausführungsform nach Figur 1 beschrieben. In ähnlicher Weise wird Kühlmittel vom Kanal 77 durch das Prallblech 40 gegen die innere Oberfläche des inneren Plattformteils 12 gerichtet und ein Teil des aufprallenden Kühlmittels wird dann in das Austrittskanteneinsatzstück 32 gerichtet. Der übrige Teil geht durch die Kanäle 54 zu der strömungsabwärts gelegenen Kante des inneren Plattformteils 12, wie zuvor im Zusammenhang mit der Ausführungsform nach Figur 1 beschrieben.

Es wurden zur Erläuterung vorstehend verschiedene Ausführungsformen der Schaufel mit Temperaturregelung gemäß ^{der} Erfindung abgebildet und beschrieben. Für den Fachmann ist es jedoch ersichtlich, daß die verschiedensten Variationen und Modifikationen durchgeführt werden können, ohne die technische Lehre der Erfindung zu verlassen.

Ansprüche

1. Schaufelanordnung für eine Gasturbine, welche eine ringförmige Reihe solcher Schaufeln enthält, wobei jede Schaufel innere und äußere Plattformteile besitzt, die einen Teil der inneren bzw. äußeren Begrenzung eines Heißgasstroms definieren, und mindestens ein hohler Teil mit Tragflügelprofil sich im allgemeinen radial zwischen den Plattformteilen erstreckt, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß jede Schaufel umfaßt: Ein Prallblech (40, 42), das von den inneren und äußeren Plattformteilen (12, 14) der Schaufel einen Abstand besitzt und Kühlmittel gegen die Plattformteile (12, 14) als Vielzahl von Strahlen hoher Geschwindigkeit zwecks Erzielung einer hohen Wärmeübergangsgeschwindigkeit richtet, Durchlaßkanäle (38), die durch mindestens einen der Schaufelplattformteile (14) führen zur Zufuhr von Kühlmittel in das Innere des hohlen Schaufelprofilteils (32), und eine Vielzahl von in den inneren und äußeren Plattformteilen (12, 14) der Schaufel ausgebildeten Bohrungen (54, 52) zur Richtung des aufgetroffenen Kühlmittels auf die strömungsabwärts gelegene Kante der Plattformteile zwecks Erzeugung eines Kühlmittelfilms längs der Hülle (70) und der Schaufelplattformteile (78).
2. Schaufelanordnung nach Anspruch 1, weiterhin d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Schaufeln (10) so eingerichtet sind, daß sie dem Heißgasstrom einen vorgegebenen Drallwinkel (C) vermitteln und die Kanäle (52) in der Schaufelplattform unter einem solchen Winkel verlaufen, daß das Kühlmittel unter einem Winkel aus ihnen ausströmt, welcher angenähert an den Drallwinkel (C) des Heißgasstroms ist.
3. Gasturbine nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß Durchlaßvorrichtungen (37) durch den inneren Plattformteil (12) zur Zufuhr des aufgeprallten Kühlmittels zu einer ersten Kammer (30) des hohlen Profilteils der Schaufel vorgesehen sind und Durchlaßvorrichtungen (38)

in dem äußeren Plattformteil zur Zufuhr des aufgeprallten Kühlmittels zu einer zweiten Kammer (32) des hohlen Profils der Schaufel vorhanden sind.

^M
Leerseite

This Page Blank (uspto)

-13-

Fig 1

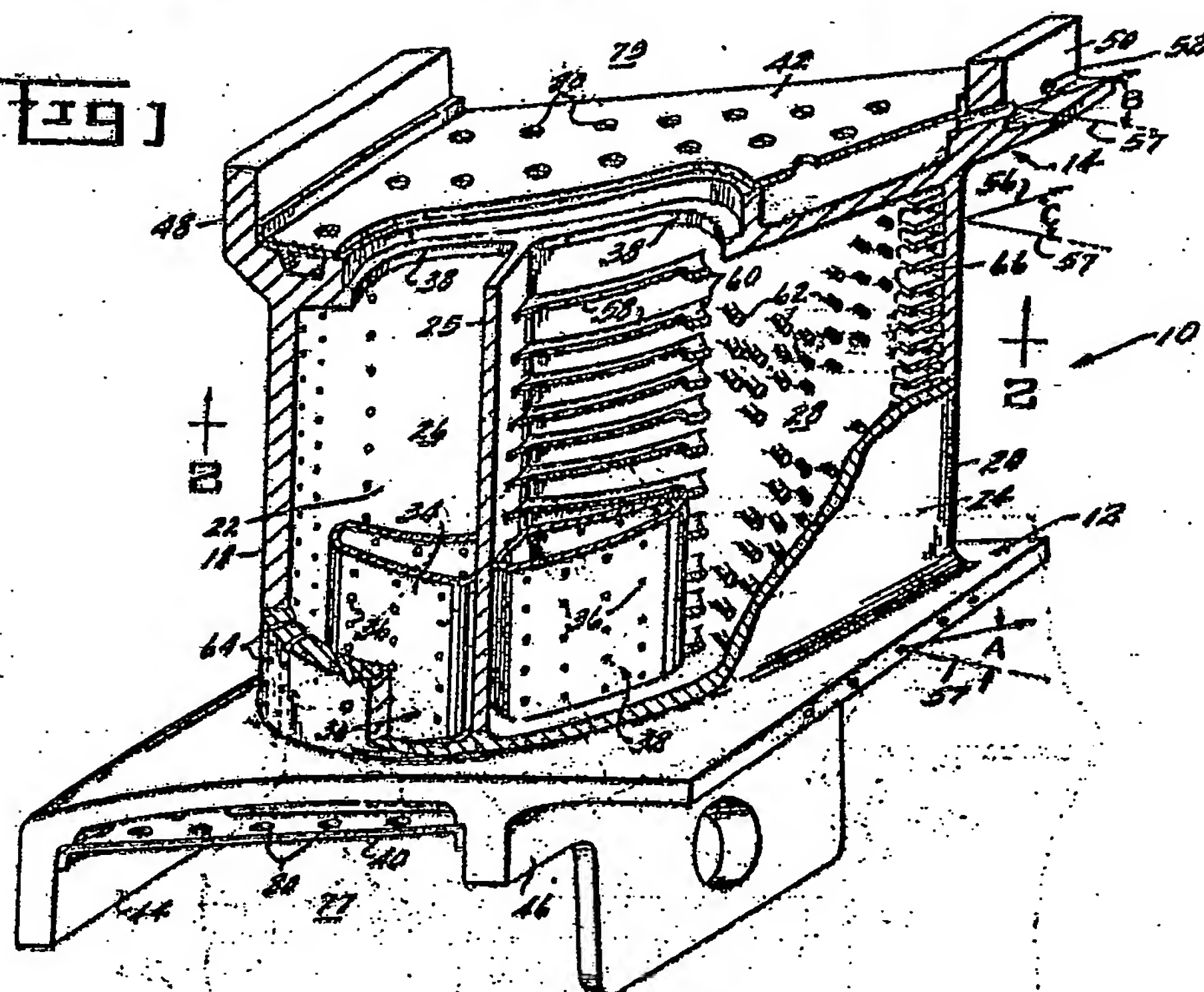
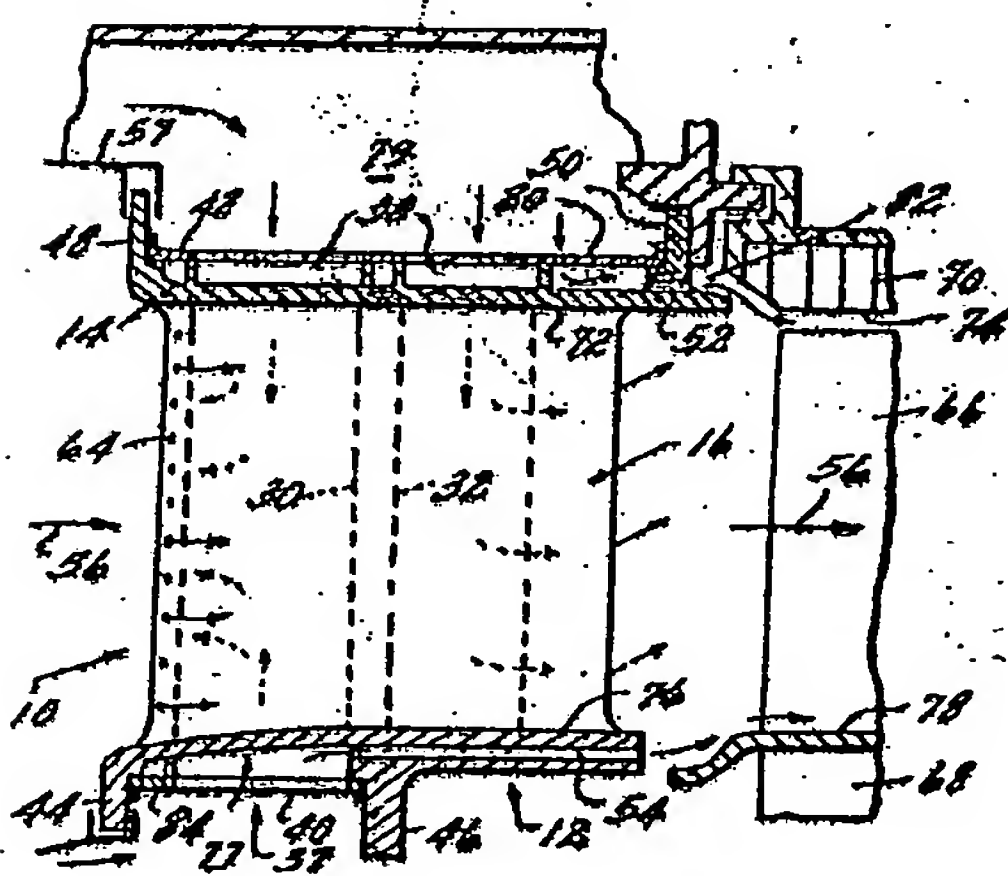


Fig 2

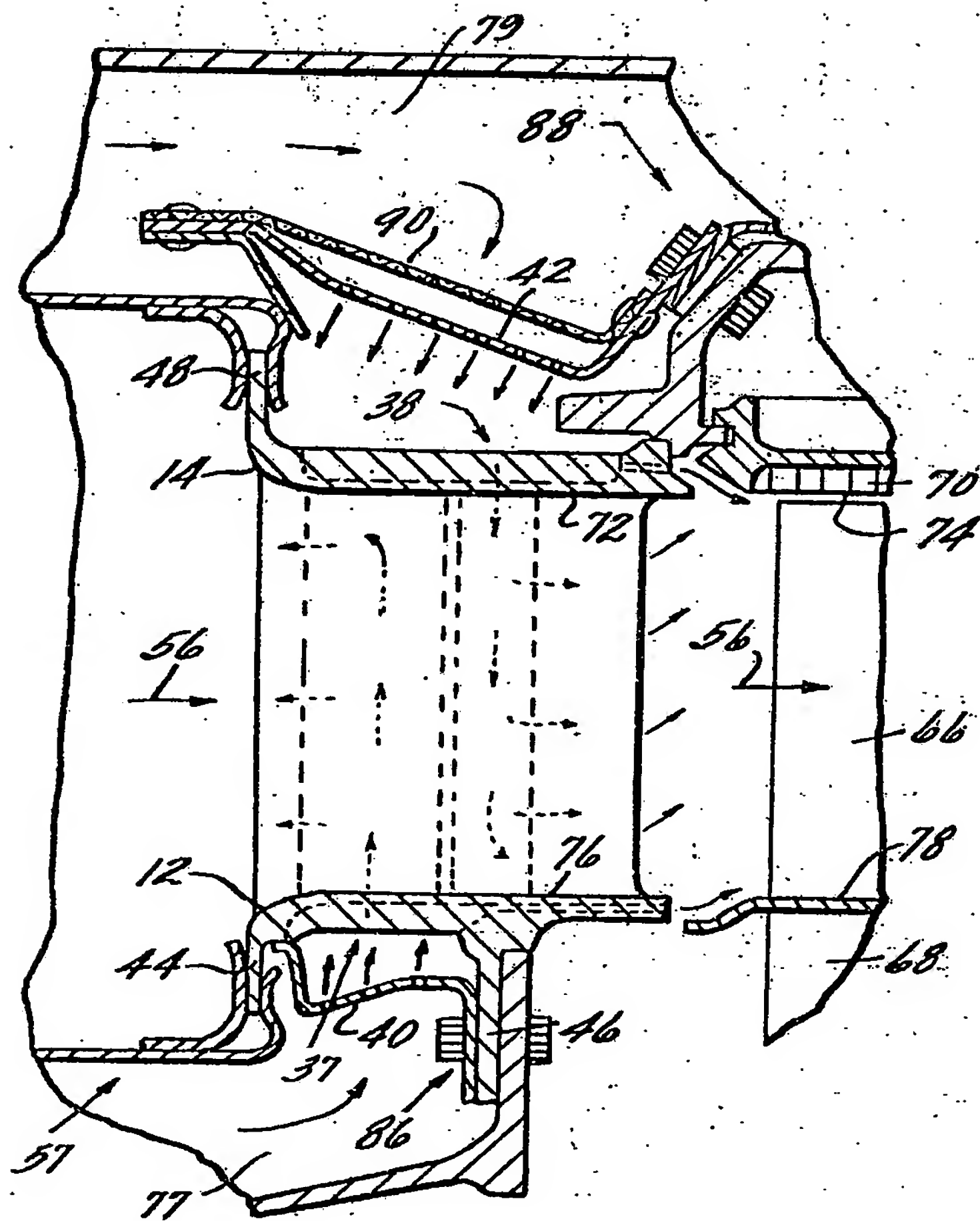


14a 5-18 AF 22.08.70 OF 26.04.73

303817/0331

ORIGINAL INSPECTED

Fig 3



30981770331

ORIGINAL INSPECTED